

OFDM SIGNAL RECEIVER

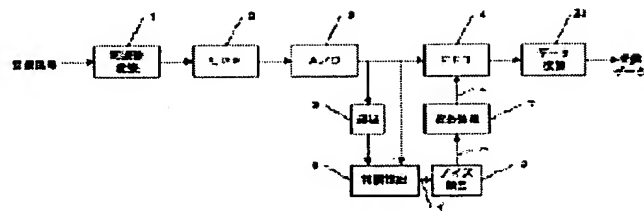
Patent number: JP10322307
Publication date: 1998-12-04
Inventor: NEZU YASUHIKO; HOSOYA NOBUKAZU
Applicant: SANYO ELECTRIC CO
Classification:
 - international: H04J11/00; H04B1/10; H04L27/38
 - european:
Application number: JP19970131067 19970521
Priority number(s): JP19970131067 19970521

Report a data error here

Abstract of JP10322307

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) receiver by which noise included in a correlation detection output is eliminated in an excellent way through a simple configuration.

SOLUTION: The received OFDM signal is converted into a base band OFDM signal at a frequency conversion circuit 1, a harmonic component is eliminated at an LPF 2, given to an A/D converter circuit 3, where the signal is converted into a digital signal and it is fed to a fast Fourier transform(FFT) circuit 4. On the other hand, the digital signal from the A/D converter circuit 3 is fed to a correlation detection circuit 6 directly and via a one-symbol delay circuit 5, and synchronization is detected by using the correlation for the guard interval period of OFDM. The detected synchronization detection signal is given to a noise elimination circuit 9, where a high level noise component is eliminated from the signal, a waveform processing circuit 7 generates a synchronizing signal from the synchronization detection signal from which the noise component is eliminated and the synchronizing signal is fed to the FFT 4. The FFT 4 applies FFT to the digital signal from the A/D converter 3 based on the synchronizing signal to demodulate the OFDM modulation wave.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-322307

(43)公開日 平成10年(1998)12月4日

(51)IntCl ⁸	識別記号	F I	
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z
H 0 4 B 1/10		H 0 4 B 1/10	L
H 0 4 L 27/58		H 0 4 L 27/00	G

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号	特願平9-131067	(71)出願人	000001868 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(22)出願日	平成9年(1997)6月21日	(72)発明者	横津 康彦 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三 洋電機株式会社内
		(72)発明者	飯矢 健和 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三 洋電機株式会社内
		(74)代理人	弁理士 安富 朝二 (外1名)

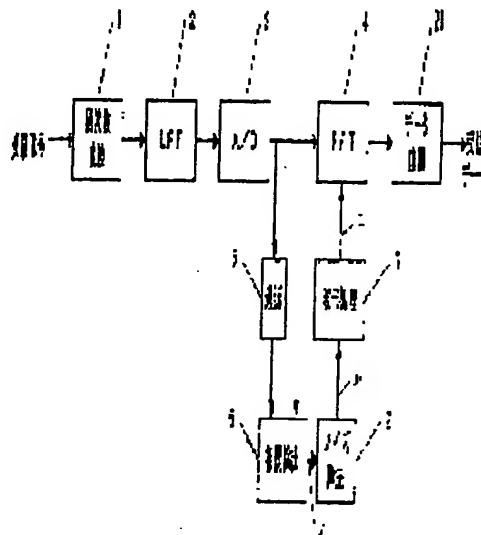
(54)【発明の名称】 OFDM信号受信機

(57)【要約】

【課題】 本発明は、簡単な構成で相関検出力中に包含されるノイズを良好に除去することができるOFDM信号受信機を提供するものである。

【解決手段】 受信されたOFDM信号は、周波数変換回路1にてベースバンドOFDM信号に変換される。そして、ベースバンドOFDM信号は、それぞれLPF2にて高調波成分が除去され、A/D変換回路3に入力され、デジタル信号に変換され、FFT4に供給される。一方、A/D変換回路3からのデジタル信号は、直接及

び1シンボル遅延回路5を介して相関検出回路6にも供給される。ここで、相関検出回路6では、OFDMのガードインターバル期間の相関を用いて同期検出が行われる。検出された同期検出信号は、ノイズ除去回路9により高いレベルのノイズ成分が除去され、ノイズ成分が除去された同期検出信号は波形処理回路7にて同期信号が作成され、この同期信号がFFT4に供給される。FFT4では、同期信号に基づき先程のA/D変換回路3からのデジタル信号がFFT演算され、OFDM変調波の復調が行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直交周波数分割多重信号（以下、OFDM信号と略す）を受信しベースバンド帯域に変換する周波数変換回路と、該周波数変換回路により変換されたベースバンドアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、該A/D変換回路で変換されたデジタル信号を復調する復調回路と、前記A/D変換回路からのデジタル信号に基づき前記受信信号の同期を検出する同期検出回路とから構成され、該同期検出回路は異なる通過帯域で分離する複数の帯域通過フィルタと、該複数の帯域通過フィルタを通過した信号の振幅が一定値よりも大きな信号に対しては利得を大きく、また振幅が一定値よりも小さな信号に対しては利得を小さく制御する複数の利得制御回路と、該複数の利得制御回路にて利得制御された信号を合成する第1合成回路とを含むノイズ除去回路を有することを特徴とするOFDM信号受信機。

【請求項 2】 直交周波数分割多重信号（以下、OFDM信号と略す）を受信しベースバンド帯域に変換する周波数変換回路と、該周波数変換回路により変換されたベースバンドアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、該A/D変換回路で変換されたデジタル信号を復調する復調回路と、前記A/D変換回路からのデジタル信号に基づき前記受信信号の同期を検出する同期検出回路とから構成され、該同期検出回路は異なる通過帯域で分離する複数の帯域通過フィルタと、該複数の帯域通過フィルタを通過した信号の振幅が一定値よりも大きな信号に対しては利得を大きく、また振幅が一定値よりも小さな信号に対しては利得を小さく制御する複数の利得制御回路と、該複数の利得制御回路にて利得制御された信号を合成する第1合成回路と、前記複数の帯域通過フィルタの群遅延特性による遅延時間を補正するための遅延時間補正回路とを含むノイズ除去回路を有することを特徴とするOFDM信号受信機。

【請求項 3】 直交周波数分割多重信号（以下、OFDM信号と略す）を受信しベースバンド帯域に変換する周波数変換回路と、該周波数変換回路により変換されたベースバンドアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、該A/D変換回路で変換されたデジタル信号を復調する復調回路と、前記A/D変換回路からのデジタル信号に基づき前記受信信号の同期を検出する同期検出回路とから構成され、該同期検出回路は異なる通過帯域で分離し、且つ各群遅延特性による遅延時間が略等しい複数の帯域通過フィルタと、該複数の帯域通過フィルタを通過した信号の振幅が一定値よりも大きな信号に対しては利得を大きく、また振幅が一定値よりも小さな信号に対しては利得を小さく制御する複数の利得制御回路と、該複数の利得制御回路にて利得制御された信号を合成する第1合成回路とを含むノイズ除去回路を有することを特徴とするOFDM信号受信機。

【請求項 4】 前記複数の帯域通過フィルタの通過帯域

幅は、各帯域通過フィルタの群遅延特性による遅延時間が略等しくなるような通過帯域幅となっていることを特徴とする請求項3記載のOFDM信号受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、OFDM変調で送信された信号を受信し、復調するOFDM信号受信機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図2は従来のこの種のOFDM信号受信機を示すブロック図である。

【0003】 図2において、受信されたOFDM信号は、周波数変換回路1にて局部発振器（図示せず）からの局部発振信号によりベースバンドOFDM信号に変換される。

【0004】 次に、ベースバンドOFDM信号は、それぞれLPF2にて高周波成分が除去され、A/D変換回路3に入力され、デジタル信号に変換される。

【0005】 A/D変換回路3からのデジタル信号は、高速フーリエ変換回路（以下、FFTと略す）4に入力してFFT演算を行うことによって、OFDM変調波が復調される。

【0006】 そして、OFDM復調された信号はデータ復調回路21に出力される。

【0007】 一方、A/D変換回路3からのデジタル信号は、直接及び1シンボル遅延回路5を介して相関検出回路6にも供給される。ここで、相関検出回路6では、図8に示す如く、OFDMのガードインターバル期間の相関を用いて同期検出が行われる。つまり、OFDM信号にはガードインターバルが設けられており、このガードインターバルとシンボル期間の終わりの部分は同じ信号となっているので、1シンボル遅延した信号と相関をとれば、同期検出信号を得ることができる。

【0008】 検出された同期検出信号は、図9イに示す如く、波形処理回路7にて閾値と比較され、同期検出信号が閾値を越えていれば、同期信号と見なし、同期信号（図9ロ）を出力する。この同期信号によってFFT4の変換処理が行われる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、OFDM信号受信機の受信限界は同期検出部の相関検出の性能に負うところが大きい。これはOFDM復調に相関によるガードインターバルの検出力が必要なためである。

【0010】 しかしながら、上述の構成では相関出力中に存在するノイズ成分の内、比較的レベルの高いノイズが波形処理回路7で設定された閾値を越えてしまうことがある。その結果、このレベルの高いノイズ成分は、相関検出力と誤認され、正常なOFDM復調を行うことができない。

【0011】 このため、波形処理回路7の前段に狭帯域

のフィルタを設け、この高いレベルのノイズを除去することも考えられるが、一般にデジタル信号は広帯域に分布しており、狭帯域のフィルタを挿入することは難しい。

【0012】本発明は、上述の欠点に鑑みなされたものであり、簡単な構成で相関検出力中に含まれるノイズを良好に除去することができるOFDM信号受信機を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、直交周波数分割多重信号（以下、OFDM信号と略す）を受信しベースバンド帯域に変換する周波数変換回路と、該周波数変換回路により変換されたベースバンドアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、該A/D変換回路で変換されたデジタル信号を復調する復調回路と、前記A/D変換回路からのデジタル信号に基づき前記受信信号の同期を検出する同期検出回路とから構成され、該同期検出回路は異なる通過帯域で分離する複数の帯域通過フィルタと、該複数の帯域通過フィルタを通過した信号の振幅が一定値よりも大きな信号に対しては利得を大きく、また振幅が一定値よりも小さな信号に対しては利得を小さく制御する複数の利得制御回路と、該複数の利得制御回路にて利得制御された信号を合成する第1合成回路とを含むノイズ除去回路を有することを特徴とするOFDM信号受信機である。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面に従い、本発明のOFDM信号受信機を説明する。

【0015】図1は本発明のOFDM信号受信機の回路ブロック図であり、本発明が特徴とする点は、相関検出回路6の出力端にノイズ除去回路9を設け、このノイズ除去回路9にてノイズ成分を除去したOFDM信号を波形処理回路7に供給する構成とした点である。

【0016】以下、図1を用いて本発明OFDM信号受信機の1実施例を説明する。

【0017】図1において、受信されたOFDM信号は、周波数変換回路1にて局部発振器（図示せず）からの局部発振信号によりベースバンドOFDM信号に変換される。

【0018】次に、ベースバンドOFDM信号は、それぞれLPF2にて高調波成分が除去され、A/D変換回路3に入力され、デジタル信号に変換される。

【0019】A/D変換回路3からのデジタル信号は、高速フーリエ変換回路（以下、FFTと略す）4に入力してFFT演算を行うことによって、OFDM変調波が復調される。

【0020】そして、OFDM復調された信号はデータ復調回路21に出力される。

【0021】一方、A/D変換器3からのデジタル信号は、直接及び1シンボル遅延回路5を介して相関検出回

路6にも供給される。ここで、相関検出回路6では、図6に示す如く、OFDMのガードインターバル期間の相関を用いて同期検出が行われる。つまり、OFDM信号にはガードインターバルが設けられており、このガードインターバルとシンボル期間の終わりの部分は同じ信号となっているので、1シンボル遅延した信号と相関をとれば、同期検出信号を得ることができる。

【0022】ところで、検出された同期検出信号には、図9イに示す如く、同期検出信号と共に高いレベルのノイズも含まれている。そして、この高いレベルのノイズを含む同期検出信号をそのまま波形処理回路7に供給すると、図9ロに示す如く、ノイズ成分も検出してしまことになる。

【0023】そこで、本発明では相関検出回路6の出力端にノイズ除去回路9を介在させ、このノイズ除去回路9にて高いレベルのノイズ成分を除去している。

【0024】以下、図3乃至図7を用いてノイズ除去回路の構成及び動作を説明する。

【0025】尚、図3は本発明のOFDM信号受信機に使用するノイズ除去回路の第1実施例であり、図6はノイズ除去回路を構成する増幅回路の具体的回路構成である。

【0026】図3において、ノイズを含む入力信号は、それぞれ通過帯域の異なる帯域通過フィルタ（以下、BPFと略す。）11～1nにより各帯域に分離され、各帯域におけるノイズ成分を含んだ信号が各増幅回路91～9nに入力される。

【0027】そして、各増幅回路91～9nでは、通過した帯域の入力信号及びノイズ成分に対して、比較的振幅の大きい成分では利得が大きく、振幅の小さい成分では利得が小さくなるように処理することにより、振幅の少ないノイズ成分が除去される。

【0028】以下、増幅回路91～9nの構成、及び動作について説明する。

【0029】増幅回路91～9nは、図6に示す構成となっている。入力信号は、結合コンデンサC0を介してオペアンプOP1のプラス端子に入力される。そして、オペアンプOP1の出力はオペアンプOP2のプラス端子に入力される。オペアンプOP2の出力は抵抗R1、R2により抵抗分割され、オペアンプOP1のマイナス端子に負帰還される。ここで、A点の電位がダイオードの順方向電圧Vfよりも小さい場合、ダイオードD0、D1は非導通となり、出力されない。また、A点の電位がVfよりも大きい場合、ダイオードD0、D1のいずれか一方が導通し、出力端子には入力信号の略 $(R1 + R2) / R1$ 倍の出力信号が得られる。

【0030】従って、図7に示す如く、上述と同様に振幅の小さいノイズ成分（具体的には $(R1 / (R1 + R2)) \times Vf$ までの信号）は出力されず、それ以上の信号成分が略 $(R1 + R2) / R1$ 倍に増幅されて出力さ

れることになる。このため、図6の増幅回路に対し、抵抗R1、R2の抵抗値を可変することによりノイズ成分の除去範囲を可変することができる。

【0031】ところで、各BPF11~1nの通過帯域幅が、図3Bに示す如く、略同一の場合、イコライザ10に入力される群遅延特性は、図3Cに示す如く、周波数が高くなるにつれて遅延時間が大きくなるという特性となる。

【0032】そこで、第1実施例ではイコライザ10を設けることにより、各BPFを通過する信号の群遅延特性を補正して、特性が平坦になるように補正される。

【0033】また、図4に本発明のノイズ除去回路の第2実施例を示す。

【0034】図4が図3と異なる点は、群遅延特性を補正するためのイコライザ10に代えて、図4Bに示す如く、通過帯域幅の異なるBPF11~1nを設け、群遅延特性を平坦にした実施例である。

【0035】また、図5に本発明のノイズ除去回路の第3実施例を示す。

【0036】図5が図4と異なる点は、通過帯域幅の異なるBPF11~1nに代えて、同じ通過帯域幅であるBPF11~1nと増幅回路91~9nとの間に2次移相回路（以下、APFと略す。）111~11nを設け、このAPF111~11nにより群遅延特性を平坦にした実施例である。

【0037】以上の如く構成されたノイズ除去回路7では、OFDM信号がある特定の若しくは数個のBPFだけを通過する。これに対し、ノイズ成分は広帯域に分布しているため、各BPFを通過するノイズ成分のレベルは低い。従って、各BPFの通過周波数成分のノイズに注目すると、比較的レベルの高いノイズであっても、SS信号に対して十分に低いレベルとなる。このため、ノイズ除去回路7から出力されるノイズ成分のうち、OFDM信号と同じBPFを通過するノイズ成分はそのまま残存するが、それ以外のBPFを通過するノイズ成分は除去される。この結果、波形処理部4に供給されるときには、図9Dで示す従来回路で検出されていた高いレベルのノイズ成分は、波形処理回路7では検出されないような十分に小さな値となっている。

【0038】そして、波形処理回路7では閾値と比較され、同期検出信号が閾値を越えていれば、情報と見な

し、同期信号（図9ハ）を出力する。この信号によってFFT4にて高速フーリエ変換処理が行われる。

【0039】更に、FFT処理された信号は、データ復調回路21にて、QPSK復調処理が行われる。

【0040】また、本実施例では、QPSK変調されたデジタル信号を用いて説明したが、QAM変調されたデジタル信号を使用しても良い。

【0041】

【発明の効果】本発明は、上述の如く構成することにより、簡単な構成で相関検出力中に含まれるノイズ成分を十分に除去することができ、その結果OFDM信号復調処理を精度良く行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明OFDM信号受信機の実施例を示すブロック図である。

【図2】従来のOFDM信号受信機を示すブロック図である。

【図3】本発明のOFDM信号受信機に使用するノイズ除去回路の第1実施例を示す図である。

【図4】本発明のOFDM信号受信機に使用するノイズ除去回路の第2実施例を示す図である。

【図5】本発明のOFDM信号受信機に使用するノイズ除去回路の第3実施例を示す図である。

【図6】図5におけるノイズ除去回路の増幅回路を示す図である。

【図7】図6における増幅回路の入出力特性を示す図である。

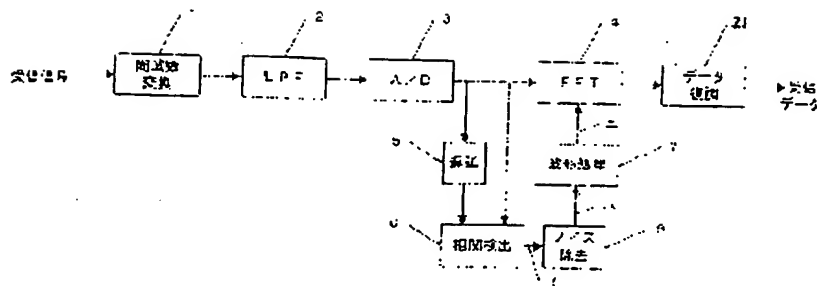
【図8】同期検出の原理を説明するための図である。

【図9】OFDM信号受信機の各部における波形図である。

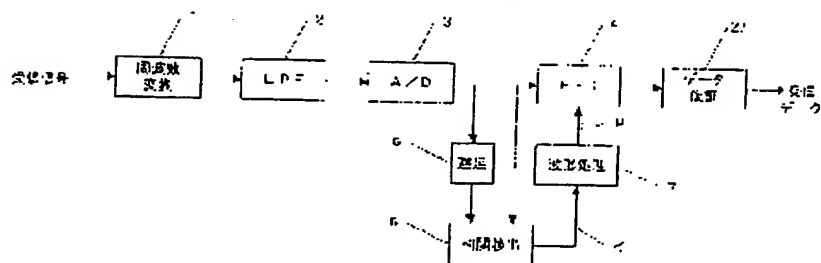
【符号の説明】

- | | |
|----|-----------|
| 1 | 周波数変換回路 |
| 2 | LFF |
| 3 | A/D変換回路 |
| 4 | FFT |
| 5 | 1シンボル遅延回路 |
| 6 | 相関検出回路 |
| 7 | 波形処理回路 |
| 9 | ノイズ除去回路 |
| 21 | データ復調回路 |

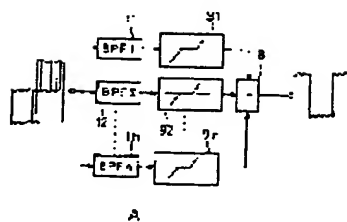
【図 1】



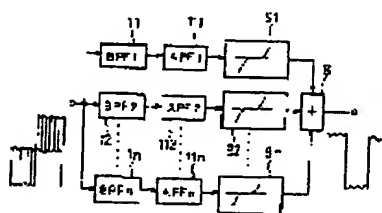
【図 2】



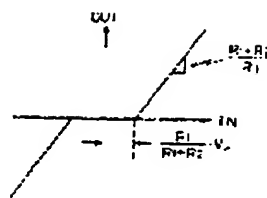
【図 4】



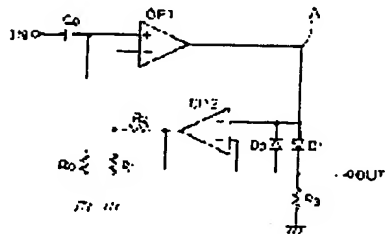
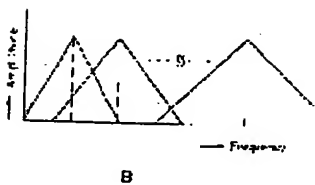
【図 5】



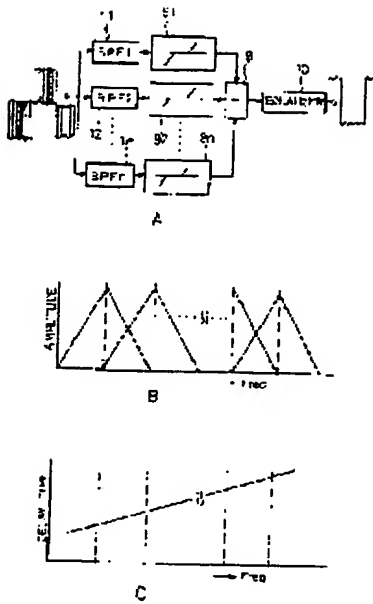
【図 7】



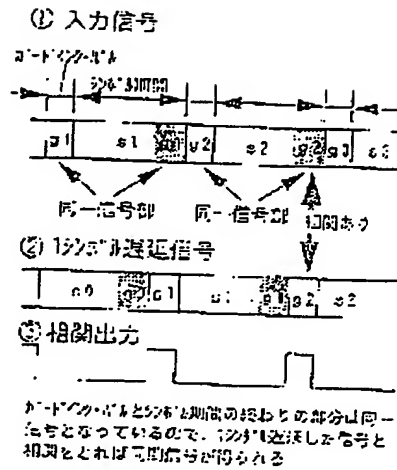
【図 6】



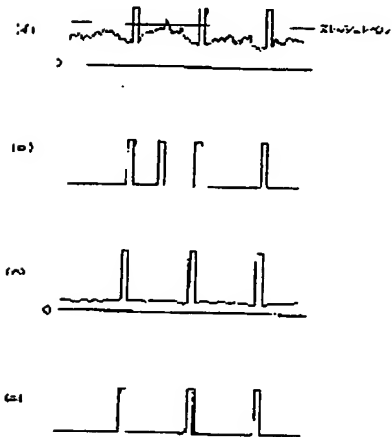
【図 3】



【図 4】



【図 5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.